

Imaginació i ciència

Sònia Fernández-Vidal ✉

Dra. en Física Quàntica i escriptora

La percepció que tenim del món ens sembla tan clara que la primera inclinació és pensar que no necessitem teories que només ens complicaran la vida. Però el cas és que la ciència, amb la seva pacient i rigorosa forma de treballar ens ofereix cada vegada més sovint noves solucions tecnològiques a problemes que poc abans només hauríem pogut imaginar amb una bona dosi de fantasia. Aquest article s'endinsa en algunes d'aquestes aportacions científiques i tecnològiques, mostrant com els científics, mitjançant les seves teories i el seu treball acurat, han pogut convertir en realitat antigues fantasies. Vol ser sobre tot una invitació als joves a acostar-se a l'apassionant món de la ciència i la tecnologia actuals.

Paraules clau: física, fantasia, mètode científic, teoria

La imaginació dels creadors ha estat sempre il·limitada. Comptem amb l'avantatge de poder prescindir de les lleis conegudes de la física, unes lleis que determinen estrictament què és possible a la realitat i què no.

Però els avenços en ciència i tecnologia van fent possibles determinats processos que abans eren considerats impossibles. El conegut escriptor de ciència ficció Arthur C. Clarke afirmava en la seva *tercera llei* que *qualsevol tecnologia prou avançada és indistingible de la màgia*.

Fantasia i tecnologia

Podríem trobar molts exemples de fantasia tant en les novel·les com en cinema, còmic i televisió. Encara que el tema és extensíssim només ens aturarem en unes poques que en el seu moment podien semblar agosarades però que la tecnologia ha aconseguit de fer ben familiars per als ciutadans del segle XXI.

El 1865 Jules Verne publicava la seva novel·la "De la Terra a la Lluna", on descrivia un viatge espacial per arribar al nostre satèl·lit natural (fig. 1). Però la seva descripció, amb força aspectes inviables, va ser superada per la realitat quan el 1969 els EUA posaven per primera vegada dos homes sobre la superfície de la Lluna.

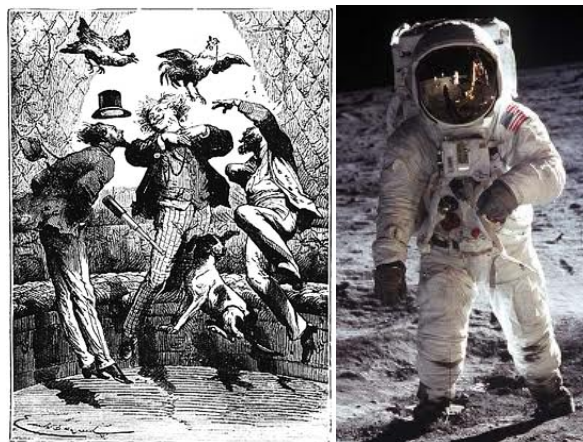


Figura 1. Il·lustració d'una situació d'ingravedesa en el viatge cap a la Lluna descrit per Jules Verne. Fotografia de Buzz Aldrin feta per Neil Armstrong el 1969 a la superfície de la Lluna.

En un episodi de la coneguda sèrie *Star Trek*, el capità Kirk, es comunica amb la nau *Enterprise* mitjançant un petit dispositiu sense fils (fig.2). Martin Cooper, fan de la sèrie, estava precisament veient aquest episodi quan tot emocionat s'aixecà del seu sofà exclamant: "Jo en vull construir un, d'aquests!" L'any 1973, Martin Cooper, des del departament de comunicació de Motorola presentava el primer telèfon mòbil, que pesava prop d'un quilo.



Figura 2. Intercomunicador de la sèrie televisiva *Star Trek* i telèfon mòbil actual.

Realment, és clar que *Star Trek* comptà amb bons guionistes amb visió de futur i ben assessorats, ja que molt abans de l'aparició de les tauletes *iPad*, ja havien aparegut als seus episodis (fig. 3).



Figura 3. El capità Picard a la sèrie *Star Trek*, rodada uns 25 anys enrere (esquerra) i Steve Jobs mostrant el nou *iPad* el 2010.

Seguint en el món del cinema, ens aturarem una mica més en algunes fantasies que també s'han convertit en realitat.

Invisibilitat

Per exemple, la màgia li permet a Harry Potter gaudir d'una "capa d'invisibilitat" (fig. 4).

Però cal saber que en recerques realitzades al Regne Unit i als Estats Units els investigadors han fabricat una "capa" de metamaterials que aconseguixen que la llum es desviï al arribar a determinats obstacles molt petits, per esquivar-los i tornar-se a col·locar posteriorment en el seu camí inicial

(fig. 5). El resultat és que l'objecte no es veu. Els metamaterials són compostos artificials que poden fer interactuar les ones electromagnètiques de maneres impossibles per als materials naturals.



Figura 4. Harry Potter amb la seva "capa d'invisibilitat".

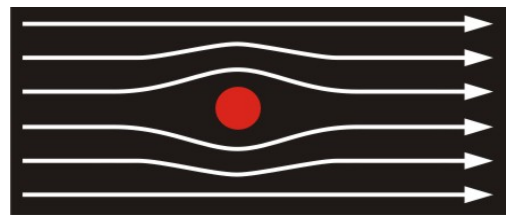


Figura 5. Desviació de la llum a l'entorn d'un objecte, que d'aquesta manera esdevé invisible.

Temps alentit

El gran drama de la protagonista de *Crepúsculo* era saber que ella envellia mentre que el seu estimat no ho feia (fig. 6).



Figura 6. Imatge de la pel·lícula *Crepúsculo* (2008, EUA).

Potser si hagués tingut coneixements de relativitat, no li hauria fet falta convertir-se en vampiressa. Per què? Doncs la teoria de la relativitat ens diu que per als rellotges que es mouen ràpid, el temps passa més lentament que pels que es mouen més a poc a poc.

Però aquesta diferència en el ritme d'envelliment és un fenomen admès des de l'aparició de la teoria de la relativitat d'Albert Einstein el 1905. De fet, succeeix cada dia sobre els nostres caps; vegem-ho.

En el xoc de raigs còsmics amb les capes superiors de l'atmosfera es formen unes partícules, els muons, que viatgen a una velocitat molt propera a la de la llum. El seu temps de vida mitjà, estant en repòs, és de $2,2 \cdot 10^{-6}$ s. Això els permetria viatjar, abans de desintegrar-se, una distància d'uns

$$3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 660 \text{ m}$$

Això vol dir que desapareixerien força abans d'arribar a la superfície de la Terra. Però el cas és que ens arriben amb abundància. Com pot ser?

La resposta ens la proporciona la teoria de la relativitat: el temps transcorre a un ritme diferent per al muó en moviment i per a nosaltres que restem immòbils. (Això condueix a la *paradoxa dels bessons*: dos germans bessons que es separin perquè un d'ells va a fer un viatge a gran velocitat es retrobarien havent envellit més el que s'ha quedat, havent viscut diferent quantitat de temps).

És per això que els muons que han viatjat han viscut el temps de forma més alentida (des del nostre punt de vista d'observadors) que estant en repòs. Fent determinades suposicions raonables podríem calcular que el temps ha transcorregut 38 vegades més lentament. Per aquest motiu, la distància que hauran pogut recórrer serà d'uns

$$660 \text{ m} \cdot 38 \approx 25\,000 \text{ m}$$

de manera que tenen temps de recórrer 25 km i arribar perfectament a la superfície de la Terra abans de desintegrar-se. De fet, amb rellotges atòmics s'ha comprovat que si travesses els EUA en avió, en baixaràs sent una deumilionèsima de segon més jove!

Travessar murs

A la literatura fantàstica hi ha multitud de personatges que travessen murs (fig. 7). Fantasia, de nou? Evidentment.



Figura 7. Kitty Pride dels X-Men, té l'habilitat de travessar parets.

Però en el món quàntic les coses van d'una forma diferent de la que estem acostumats (fig. 8). Segons la física clàssica, un electró no pot travessar una barrera de potencial, però segons la física quàntica, hi ha una certa probabilitat de que això passi. Aquest resultat s'anomena *efecte túnel*. L'ona de probabilitat de l'electró es divideix i això significa que una part dels electrons poden travessar la barrera mentre la resta rebota.

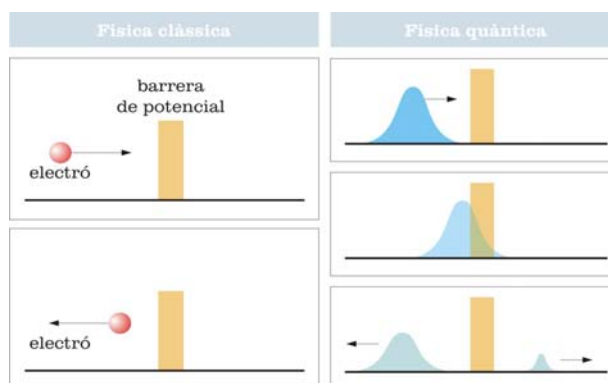


Figura 8. Diferent comportament de l'electró segons la física clàssica i la quàntica.

Segons això, una persona, que és feta de partícules, també podria travessar una paret? La resposta és que no, perquè cada partícula només té una probabilitat limitada de travessar la paret. Que ho pugui fer tota l'enorme quantitat de partícules que componen una persona és d'una probabilitat ínfima.

De fet, encara que l'efecte túnel sembli un fenomen sense importància pràctica, ha donat lloc a diversos tipus de dispositius electrònics, com díodes i altres semiconductors. I també és a l'origen del microscopi anomenat d'*efecte túnel* (fig. 9), descobert a Zuric el 1981.

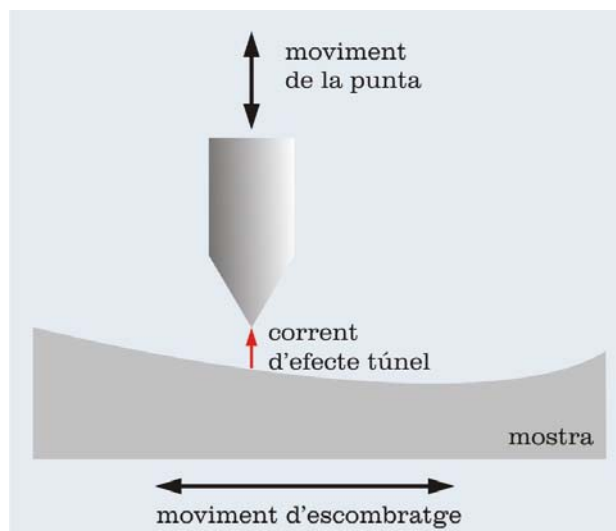


Figura 9. Diagrama del funcionament d'un microscopi d'efecte túnel. Segons la distància de la punta a la mostra, circula entre totes dues un corrent més o menys intens gràcies a l'*efecte túnel*.

Amb aquesta tecnologia, ha estat possible "observar" (fig. 10) els àtoms superficials d'un cristall i interaccionar-hi. La "imatge" s'obté mitjançant una multitud de passades de la punta per damunt del cristall, la mesura de la intensitat en funció de la posició i el processament d'aquestes dades per mitjans informàtics fins a convertir-les en imatge.

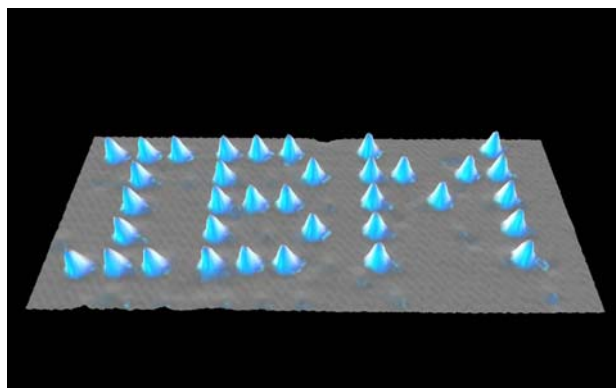


Figura 10. Imatge del logotip d'IBM, el laboratori on Rohrer i Binnig desenvoluparen el microscopi d'efecte túnel, fet col·locant àtoms de xenó sobre una superfície de níquel.

Teleportació

Els seguidors de la sèrie Star Trek estan acostumats a veure com els membres de la tripulació de la nau es teletransporten (fig. 11) a un altre lloc distant quan els convé. És pura imaginació?



Figura 11. Procés de teletransport, segons la sèrie Star Trek.

El 1997 a Innsbruck (Àustria) s'aconseguí de teletransportar les propietats d'una partícula i reproduir-les en una altra. Estaven separades 16 km.

El que tothom imagina com a teleportació seria que un objecte o persona desapareix del lloc on és i apareix en un altre distant.

Una còpia clàssica equivaldria al procés d'una fotocòpia: l'original queda inalterat després de servir per obtenir-ne informació que és transferida a un altre objecte (un nou full de paper) (fig. 12).

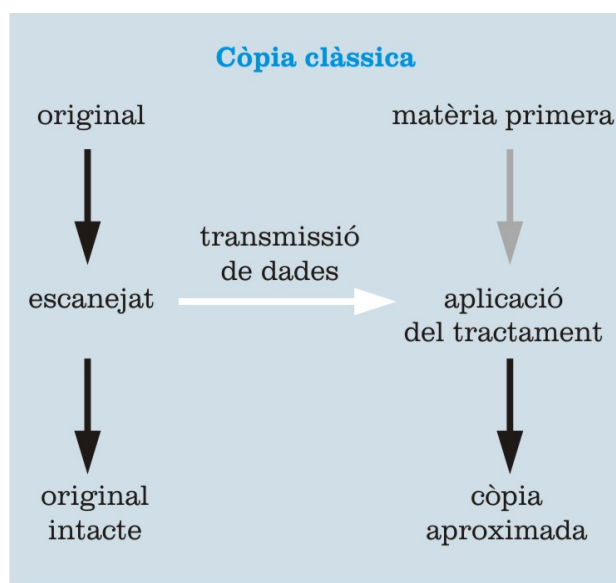


Figura 12. Còpia clàssica.

En canvi, el teletransport el podem imaginar com un procés semblant al trasllat d'un fitxer informàtic: equival a crear una còpia en un lloc distant i esborrar la versió original. Es realitza amb una partícula que no es trasllada sinó que s'hi interacciona per conèixer-ne les seves propietats; però en el món quàntic aquest acte canvia les propietats de l'original. Tot i això, la informació obtinguda pot servir per tractar una altra partícula perquè acabi sent idèntica a l'original (fig. 13).

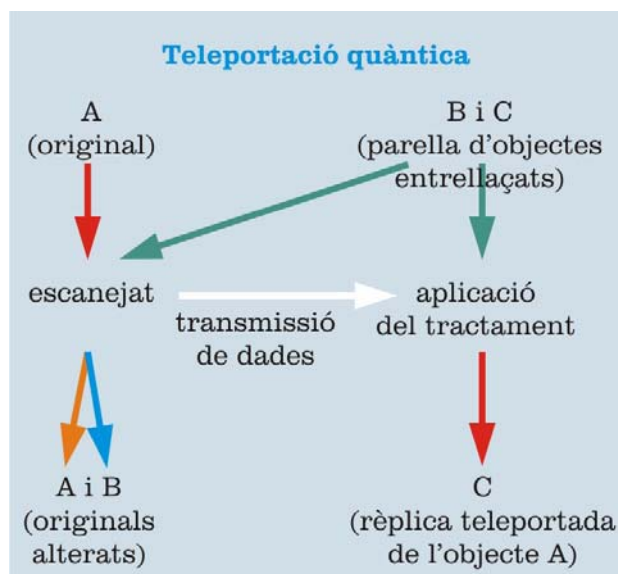


Figura 13. Teleportació quàntica.

La ciència

Però com s'ho fan els científics per aconseguir aquests resultats que semblen màgics? Com aconseguen resoldre problemes que durant segles no s'han pogut solucionar? És que pensen de manera diferent de la gent normal?

Els científics són gent perfectament normal i pensen de forma normal, com tothom. (Cal dir que malgrat els clixés, sovint fins i tot són més divertits del que la gent sol creure...)

Com fa tothom, els científics també utilitzen les seves idees per entendre el món i poder-hi actuar amb encert i eficàcia (fig. 14).

Tant per percebre el funcionament dels fenòmens com per intervenir-hi molt sovint utilitzen instruments especials: analitzadors, espectroscopis, telescopis, eines, microscopis... Però el que els preocupa sobretot és que les seves idees (teories, models, lleis...) es corresponguin amb els fets. No és cap frivolitat: a tothom li interessa que les pròpies idees siguin adequades al món perquè ens hi va la vida!

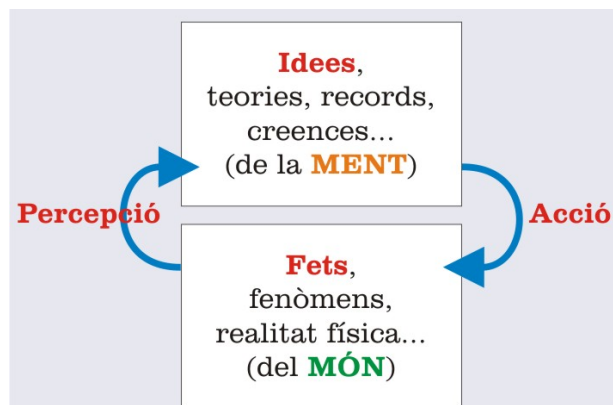


Figura 14. Relació interactiva entre les idees de la nostra ment i els fenòmens del món, necessària per mantenir idees realistes i correctes sobre el funcionament de les coses.

El filòsof Thomas Kuhn afirma que la feina habitual dels científics és acabar de resoldre alguns enigmes o problemes que queden per solucionar en el marc de les teories acceptades. Quan una ciència fa això en diu que es tracta d'una etapa de *ciència normal*. La teoria quàntica estaria ara mateix en un estadi de ciència normal.

Però de vegades algunes anomalies es resisteixen i no s'aconsegueixen de resoldre. De mica en mica es pot anar estenent entre els membres d'aquella comunitat científica un malestar creixent envers les teories vigents. És una etapa de *crisi*. Aquest seria ara mateix l'estadi de la teoria estàndard de partícules, ja que malgrat els seus èxits i la seva extraordinària exactitud, no acaba de ser compatible amb la força de la gravetat ni amb l'expansió accelerada de l'Univers.

Durant la crisi apareixen i desapareixen noves idees, que són explorades i discutides, conservades o rebutjades.

Si acaba apareixent una nova teoria satisfactòria perquè soluciona problemes importants, s'entra en la fase de substitució d'una teoria per una altra de més àmplia, capaç d'explicar tant els fenòmens antics com els nous. (Això no vol dir necessàriament abandonar del tot l'antiga teoria, perquè sovint continua sent útil en determinats casos). És una etapa de canvi més aviat ràpid, anomenada de *ciència revolucionària*. És el que succeí, per exemple, amb l'aparició de la teoria de la relativitat o de la teoria quàntica a principis del segle XX.

(Que alguns neutrins viatgin a una velocitat superior a la de la llum, com semblen indicar uns experiments del CERN, són dades experimentals que no concorden amb la teoria de la relativitat. Això podria posar-la en crisi. De moment, els científics estan més convençuts que es tracta d'un error en

les dades que no pas un problema de la teoria, però si no es troba aquest error a la llarga podria posar en crisi la teoria de la relativitat).

Gràcies a buscar amb rigor i exactitud la concordança de les teories amb els fets, la ciència ha estat extremadament prolífica en aportacions a la qualitat de vida de la Humanitat. Actualment sabem manejar àtoms individualment, alterar el genoma per curar determinades malalties, construir nanorobots, progressem en intel·ligència artificial i en la curació del càncer, estem cada vegada més a prop d'aconseguir fonts d'energia netes (cap al 2030 en el reactor ITER, un projecte internacional al sud de França, s'espera obtenir energia de fusió).

Sembla fantasia. Però no ho és. És fruit del treball dels científics, basat en el rigor, l'esforç, l'experimentació, el raonament teòric i el treball d'equip.

Dogmatisme

Però pot passar que les idees es deslliguin del que passa al món?

Una situació tan perillosa no és impossible. Stephenson (1967) va fer un experiment amb micos *rhesus* que mostren el mecanisme de transmissió social d'idees o actuacions que en un moment podien haver estat vàlides però que ja han deixat de ser-ho. Un grup de micos tenia una escala a la seva gàbia amb plàtans al capdamunt (fig. 15). Però cada vegada que un d'ells s'hi enfilava ruixaven tots els altres amb aigua. Amb el temps, cada vegada que un mico intentava pujar-hi els altres ho impediaven violentament. Quan es van anar substituint uns micos per altres de nous, el comportament violent contra el que s'enfilava a l'escala continuava apareixent, fins i tot quan ja no quedava cap dels micos originals que havien patit les ruixades.

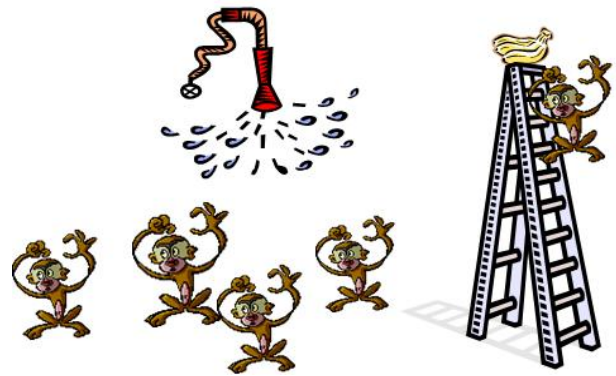


Figura 15. Experiment dels micos de Stephenson.

L'experiment mostra que les idees i comportaments poden sobreviure, mitjançant mecanismes socials, desconnectades de la realitat. Aquestes idees no han de demostrar la seva funcionalitat per comprendre la realitat però tot i així no són revisades perquè ho impedeixen mecanismes socials o psicològics. Els dogmatismes de tota mena són idees d'aquest tipus i sobreviuen d'aquesta forma.

És per això que la bona ciència –i també la salut mental– és incompatible amb el dogmatisme. Però és un risc on els humans caiem sovint. I, de vegades, també la ciència.

Bibliografia

Stephenson, G. R. (1967). Cultural acquisition of a specific learned response among rhesus monkeys. A: Starek, D., Schneider, R., i Kuhn, H. J. (eds.), *Progress in Primatology*, Stuttgart: Fischer, pp. 279-288.